

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-267200
(P2001-267200A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 1/14	J 2 H 0 9 5
G 0 3 F 1/14		7/20	5 0 2 2 H 0 9 7
7/20	5 0 2	H 0 1 L 21/30	5 1 6 F 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-71211(P2000-71211)

(22) 出願日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 岩崎 雅弥

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

Fターム(参考) 2H095 BA07 BB30 BB31 BC31

2H097 BA02 BA04 CA13 JA02 LA10

5F046 AA22 BA03 CA08 CB17 DA01

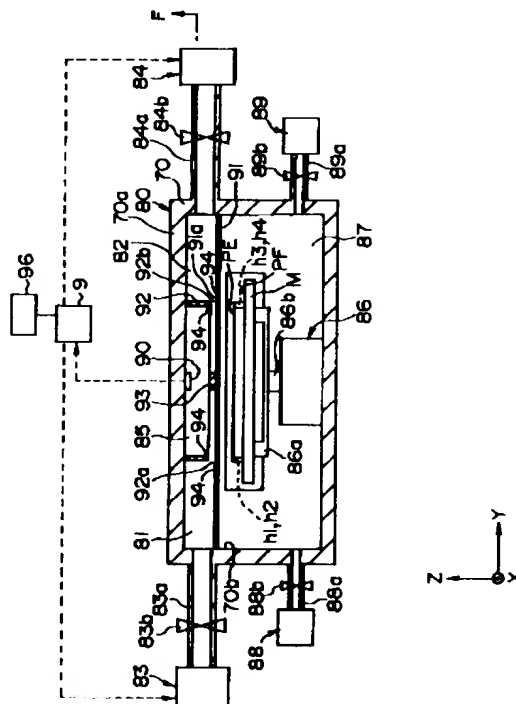
DA27

(54) 【発明の名称】 ガス置換方法及び装置、並びに露光方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 基板とこの基板に枠部材を介して装着された薄膜との間に形成される空間内のガスを効率良く安定して置換することができるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 マスクMとベリクルPEとの間に介装されるベリクル枠PFは複数の通気孔h1～h4を有しており、ガス置換装置Cは、一部の通気孔h1、h2が設置される第1室81と、他の通気孔h3、h4が設置される第2室82と、第1室81を特定ガスによって加圧するガス供給装置83と、第2室82を空間GSの圧力より減圧する減圧装置84とを備えている。したがって、マスクMとベリクルPEとの間に形成された空間GS内のガスを効率良く特定ガスに置換することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と該基板に枠部材を介して装着された薄膜との間に形成される空間内を所定のガスに置換するガス置換方法において、

前記枠部材は、前記空間内と外部とを連通する複数の開口部を備えており、

前記複数の開口部のうち、一部の開口部を第1室内に設置するとともに、他の開口部を第2室内に設置し、

前記第1室に前記所定のガスを充填するとともに、該第1室内の圧力を前記第2室内の圧力に対して高く設定することを特徴とするガス置換方法。

【請求項2】 請求項1に記載のガス置換方法において、

前記第1室を加圧するとともに、前記第2室を前記空間の圧力より減圧することを特徴とするガス置換方法。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のガス置換方法において、

前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記第1室及び第2室の少なくとも一方の圧力を調整することを特徴とするガス置換方法。

【請求項4】 請求項3に記載のガス置換方法において、

前記薄膜の変位を計測し、該計測結果に基づいて、前記調整を行うことを特徴とするガス置換方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載のガス置換方法において、

前記薄膜と該薄膜の周囲に配置された壁部との間に形成される第3室に対して、

前記薄膜の変位が所定範囲になるように、前記第3室内の圧力を調整することを特徴とするガス置換方法。

【請求項6】 基板と該基板に枠部材を介して装着された薄膜との間に形成される空間内を所定のガスに置換するガス置換装置において、

前記枠部材は、前記空間内と外部とを連通する複数の開口部を備えており、

前記複数の開口部のうち、一部の開口部が設置される第1室と、

他の開口部が設置される第2室と、

前記第1室を前記所定のガスによって加圧するガス供給装置と、

前記第2室を前記空間の圧力より減圧する減圧装置とを備えることを特徴とするガス置換装置。

【請求項7】 請求項6に記載のガス置換装置において、

前記薄膜の変位を計測する変位計測装置と、

該変位計測装置の計測結果に基づいて、前記変位が所定範囲になるように、前記ガス供給装置及び減圧装置の少なくとも一方を制御する制御装置とを備えることを特徴とするガス置換装置。

において、

前記薄膜と該薄膜の周囲に配置された壁部との間に形成される第3室に対して、前記第3室の圧力を調整する圧力調整装置を備えることを特徴とするガス置換装置。

【請求項9】 枠部材を介して保護膜が装着されたマスクに露光光を照射して前記マスクのパターンの像を基板上に転写する露光方法において、

前記枠部材は、前記保護膜とマスクとの間に形成される空間内と外部とを連通する複数の開口部を備えており、

10 前記複数の開口部のうち、一部の開口部を第1室内に設置するとともに、他の開口部を第2室内に設置し、

前記第1室に、前記露光光の吸収が少ない特性を有する特定ガスを充填するとともに、該第1室内の圧力を前記第2室内の圧力に対して高く設定することにより、前記空間内を前記特定ガスに置換した後、

該マスクに前記露光光を照射することを特徴とする露光方法。

【請求項10】 枠部材を介して保護膜が装着されたマスクに露光光を照射して前記マスクのパターンの像を基板上に転写する露光装置において、

20 前記枠部材は、前記保護膜とマスクとの間に形成される空間内と外部とを連通する複数の開口部を備えており、

前記複数の開口部のうち、一部の開口部が設置される第1室と、

他の開口部が設置される第2室と、

前記第1室を前記露光光の吸収が少ない特性を有する特定ガスによって加圧するガス供給装置と、

30 前記第2室を前記空間の圧力より減圧する減圧装置とを具備するガス置換装置を備えることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、半導体素子製造における露光工程で用いられるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子や薄膜磁気ヘッドあるいは液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する場合に種々の露光装置が使用されているが、フォトマスクあるいはレチクル（以下、「マスク」と称する）に形成されたパターンの像を、表面にフォトレジスト等の感光剤を塗布された基板上に投影光学系を介して投影する露光装置が一般的に使用されている。そして、近年、基板上のショット領域に投影されるパターンの形状の微細化に伴い、使用される露光用照明光（以下、「露光光」と称する）は短波長化される傾向にある。すなわち、これまで主流だった水銀ランプに代わって、KrFエキシマレーザー（248nm）、ArFエキシマ

つつある。また、さらなるパターン形状の微細化を目指してF2レーザー(157nm)を用いた露光装置の開発も進められている。

【0003】このような露光装置において、露光光として約180nm以下の波長を有する真空紫外線光を用いる場合、この露光光が通過する空間である光路空間内に、例えば、酸素分子、水分子、二酸化炭素分子などといった、かかる波長域の光に対し強い吸収特性を有する物質(以下、「吸光物質」と称する)が存在していると、この露光光は減光されてしまい、十分な強度で基板上に到達できなくなる。したがって、真空紫外線光を用いた露光装置は、露光光の通過する光路空間の密閉性を高めて外部からの吸光物質の流入を遮断するような構造になっているとともに、露光に際し、光路空間内に存在する吸光物質を低減する作業を施される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のようなマスクは、形成されたパターン面へのゴミの付着を防止するための「ベリクル」を備えているのが一般的である。このベリクルは、例えば、ニトロセルロース等を主成分とする透光性の薄膜によって構成されており、ベリクル枠と呼ばれる枠部材を介してマスクに装着されている。このとき、ベリクルとマスクとの間には空間が形成されるが、上述のような真空紫外線光を露光光として用いる場合、この空間内の吸光物質も低減する必要がある。

【0005】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、マスク等の基板とこの基板に枠部材を介して装着された薄膜との間に形成される空間内のガスを効率良く安定して置換することができるガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図1～図9に対応付けした以下の構成を採用している。本発明のガス置換方法は、基板(M)とこの基板(M)に枠部材(PF)を介して装着された薄膜(PE)との間に形成される空間(GS)内を所定のガスに置換するガス置換方法において、枠部材(PF)は、空間(GS)内と外部とを連通する複数の開口部(h1、h2、h3、h4)を備えており、複数の開口部(h1、h2、h3、h4)のうち、一部の開口部(h1、h2)を第1室(81)内に設置するとともに、他の開口部(h3、h4)を第2室(82)内に設置し、第1室(81)に所定のガスを充填するとともに、この第1室(81)内の圧力を第2室(82)内の圧力に対して高く設定することを特徴とする。

【0007】本発明によれば、枠部材(PF)に設けら

一部の開口部(h1、h2)を所定のガスが充填された第1室(81)内に設置し、他の開口部(h3、h4)を第2室(82)内に設置するとともに、第1室(81)内の圧力を第2室(82)内の圧力より高く設定することにより、第1室(81)内の所定のガスは開口部(h1、h2)を介して空間(GS)内に流入するとともに、空間(GS)内のガスは開口部(h3、h4)を介して第2室(82)に流出するので、薄膜(PE)と基板(M)との間に形成された空間(GS)内のガスは安定して置換される。

【0008】このとき、第1室(81)を加圧するとともに、第2室(82)を空間(GS)の圧力より減圧することにより、ガス置換はさらに効率良く行われる。

【0009】このようなガス置換方法は、基板(M)とこの基板(M)に枠部材(PF)を介して装着された薄膜(PE)との間に形成される空間(GS)内を所定のガスに置換するガス置換装置において、枠部材(PF)は、空間(GS)内と外部とを連通する複数の開口部(h1、h2、h3、h4)を備えており、複数の開口部(h1、h2、h3、h4)のうち、一部の開口部(h1、h2)が設置される第1室(81)と、他の開口部(h3、h4)が設置される第2室(82)と、第1室(81)を所定のガスによって加圧するガス供給装置(83)と、第2室(82)を空間(GS)の圧力より減圧する減圧装置(84)とを備えることを特徴とするガス置換装置(C)によって行うことができる。

【0010】そして、薄膜(PE)の変位が所定範囲になるように、第1室(81)及び第2室(82)の少なくとも一方の圧力を調整することにより、薄膜(PE)の破損を防ぎつつ安定したガス置換を行うことができる。

【0011】この場合、各室(81、82)の圧力の調整は、薄膜(PE)の変位を計測し、この計測結果に基づいて行われるので、ガス置換に際し、薄膜(PE)の破損は確実に防止される。これは、ガス置換装置(C)に、薄膜(PE)の変位を計測する変位計測装置(90)と、変位計測装置(90)の計測結果に基づいて、この変位が所定範囲になるように、ガス供給装置(83)及び減圧装置(84)の少なくとも一方を制御する制御装置(9)とを備えさせることにより実現することができる。

【0012】さらに、薄膜(PE)とこの薄膜(PE)の周囲に配置された壁部(70)との間に第3室(95)を形成し、薄膜(PE)の変位が所定範囲になるように、第3室(95)内の圧力を調整することによっても、ガス置換に際し、薄膜(PE)の破損を防止することができる。

【0013】本発明の露光方法は、枠部材(PF)を介して保護膜(PE)が装着されたマスク(M)に露光光

像を基板(W)上に転写する露光方法において、枠部材(PF)は、保護膜(PE)とマスク(M)との間に形成される空間(GS)内と外部とを連通する複数の開口部(h1、h2、h3、h4)を備えており、複数の開口部(h1、h2、h3、h4)のうち、一部の開口部(h1、h2)を第1室(81)内に設置するとともに、他の開口部(h3、h4)を第2室(82)内に設置し、第1室(81)に、露光光(EL)の吸収が少ない特性を有する特定ガスを充填するとともに、この第1室(81)内の圧力を第2室(82)内の圧力に対して

高く設定することにより、空間(GS)内を特定ガスに置換した後、このマスク(M)に露光光(EL)を照射することを特徴とする。
【0014】本発明によれば、枠部材(PF)に設けられた複数の開口部(h1、h2、h3、h4)のうち、一部の開口部(h1、h2)を特定ガスが充填された第1室(81)内に設置し、他の開口部(h3、h4)を第2室(82)内に設置するとともに、第1室(81)内の圧力を第2室(82)内の圧力より高く設定することにより、第1室(81)内の特定ガスは、開口部(h1、h2)を介して空間(GS)内に流入するとともに、空間(GS)内のガスは開口部(h3、h4)を介して第2室(82)に流出するので、保護膜(PE)とマスク(M)との間に形成された空間(GS)内のガスは、安定して特定ガスに置換される。そして、空間(GS)内の吸光物質を低減された状態のマスク(M)が光路を含む空間(LS)に配置されて、安定した露光処理が行われる。

【0015】このような露光方法は、枠部材(PF)を介して保護膜(PE)が装着されたマスク(M)に露光光(EL)を照射してマスク(M)のパターン(PA)の像を基板(W)上に転写する露光装置において、枠部材(PF)は、保護膜(PE)とマスク(M)との間に形成される空間(GS)内と外部とを連通する複数の開口部(h1、h2、h3、h4)を備えており、複数の開口部(h1、h2、h3、h4)のうち、一部の開口部(h1、h2)が設置される第1室(81)と、他の開口部(h3、h4)が設置される第2室(82)と、第1室(81)を露光光(EL)の吸収が少ない特性を有する特定ガスによって加圧するガス供給装置(83)と、第2室(82)を空間(GS)の圧力より減圧する減圧装置(84)とを具備するガス置換装置(C)を備えることを特徴とする露光装置(E)によって行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態に係るガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置を図面を参照しながら説明する。このうち図1は、本発明のガス置換装置Cを備えた露光装置Eの概略

の構成図である。また、図3はベリクル(薄膜)PEを装着したマスク(基板)Mを説明するための図であり、このうち、図3(b)は図3(a)のA-A断面図である。さらに、図4はガス置換装置を説明するための断面図であり、図5、図6はそれぞれ図4のB-B断面図、D-D断面図である。このとき、図4は図5のF-F断面図である。

【0017】図2に示すように、露光装置本体1は、光源21からの光束LBをマスクMに照明する照明光学系2と、マスクMを収容するマスク室5と、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板(ウェーハ)W上に投影する投影光学系3と、ウェーハWを収容するウェーハ室6とを備える。

【0018】次に、図1、図2に示すように、マスクMとこのマスクMにベリクル枠(枠部材)PFを介して装着されたベリクルPEとの間に形成される空間GS(図3参照)を所定のガスに置換するガス置換装置Cと、露光処理に用いられるべきマスクMを複数収納するマスク収納部(マスクライブラリ)MLと、ガス置換装置Cと露光装置本体1との間でマスクMの搬送を行うマスクローダ101と、マスクライブラリMLとガス置換装置Cとの間でマスクMの搬送を行うマスク搬送機構102とを備えている。

【0019】露光処理に用いられるべきマスクMを収納するためのマスクライブラリMLは複数の棚を有しており、各段の棚にはマスクMを収納したマスクケース103が保管されている。

【0020】マスク搬送機構102は、マスクライブラリMLに保管されているマスクMをガス置換装置Cに対して搬入及び搬出するロボットアームによって構成されており、図中、X方向及びZ方向に移動可能に設けられている。すなわち、マスク搬送機構102は、マスクライブラリMLに対して接近・離間するように移動可能に設けられているとともに、マスクケース103の配列方向に沿うようにZ方向に移動可能に設けられており、予め指定されたマスクケース103内に進入可能となっている。

【0021】このマスク搬送機構102のうち、アーム部102aには真空吸着穴が設けられており、連結された不図示の真空ポンプのON・OFFによってマスクMの保持・解除を行うようになっている。したがって、マスク搬送機構102は指定されたマスクケース103に進入することによって所望のマスクMを取り出し可能であるとともに、マスクケース103に戻されるべきマスクMを指定されたマスクケース103に収納可能となっている。

【0022】マスクローダ101は、露光装置本体1に対してマスクMを搬入及び搬出するロボットアームによって構成されており、図中、X方向及びZ方向に移動可

は、露光装置本体1のマスク室5に対して接近・離間するように移動可能に設けられ、アーム搬送機構102と同様、真空吸着穴を有するアーム部101aを備えており、連結された不図示の真空ポンプのON・OFFによってマスクMの保持・解除を行うようになっている。このとき、マスクローダ101は、図2に示すように、マスク室5とガス置換装置Cとの間に配置された密閉空間であるロード室120内に設置されている。

【0023】そして、マスクローダ101及びマスク搬送機構102は制御装置9に接続されており、制御装置9の指示に基づいて動作するようになっている。

【0024】光源21は、波長約120nm〜約180nmの真空紫外線光を照明光学系2に射出するものであって、例えば発振波長157nmのフッ素レーザー（F2レーザー）、発振波長146nmのクリプトンダイマーレーザー（Kr2レーザー）、発振波長126nmのアルゴンダイマーレーザー（Ar2レーザー）などによって構成される。なお、光源21として、発振波長193nmのArFレーザーエキシマレーザー等を用いることが可能である。

【0025】照明光学系2は、光源21から射出し反射鏡22によって導かれた光束（レーザービーム）LBをほぼ均一な照度分布の光束に調整して露光光ELに変換するフライアイインテグレータ24（ロッドレンズタイプであってもよい）と、この露光光ELの大部分（例えば97%）をレンズ系26を介してブラインド部4に導くとともに残りの部分（例えば3%）を光量モニター29に導くハーフミラー25と、ブラインド部4によって照明範囲を規定されレンズ系27を透過した露光光ELをマスクMに導く反射鏡28とを備えている。そして、これら各光学部材及びブラインド部4は、密閉空間である照明系ハウジング20の内部に所定位置関係で配置されている。この場合、ブラインド部4はマスクMのパターン面と共役面に配置されている。

【0026】光量モニター29は光電変換素子からなっており、ハーフミラー25によって導かれる露光光ELの一部分を光電変換し、この光電変換信号を制御装置9に出力するものである。すなわち、制御装置9はこの光量モニター29からの情報に基づいて光源21を駆動・停止させるようになっており、これによってウェーハWに対する露光量（露光光の照射量）が制御される。

【0027】ブラインド部4は、例えば、平面L字状に屈曲し露光光ELの光軸AXと直交する面内で組み合わせられることによって矩形状の開口Sを形成する一対のブレードと、これらブレードを制御装置9の指示に基づいて光軸AXと直交する面内で変位させ、開口Sの大きさを調整する調整装置（不図示）とを備えている。開口Sはフライアイインテグレータ24から入射される露光光ELのうち、通過させた露光光ELのみをレンズ系2

ズ系27を介してマスク室5に配されたマスクMの特定領域をほぼ均一な照度で照明する。

【0028】マスク室5は、マスクMを真空吸着によって保持するマスクホルダー51を備えている。マスクホルダー51は、マスクM上のパターンが形成された領域であるパターン領域に対応した開口を備えており、不図示の駆動機構によりX方向、Y方向、 θ 方向（Z軸回りの回転方向）に微動可能となっており、これによって、パターン領域の中心が投影光学系3の光軸AXを通るようにマスクMの位置決めが可能な構成となっている。このマスクホルダー51の駆動機構は、例えば2組のボイスコイルモータを用いて構成される。マスク室5は、照明系ハウジング20及び投影光学系3の投影系ハウジング30、ロード室120と隙間無く接合された隔壁50によって覆われており、隔壁50のロード室120側の側壁部にはマスクMを搬入・搬出するための開口部54が設けられている。この開口部54には、制御装置9の指示によって開閉する開閉扉55が設けられており、開閉扉55を閉じることによって、マスク室5は密閉されるようになっている。また、マスク室5の隔壁50の天井部には、照明系ハウジング20の内部空間と、マスクMが配置されるマスク室5の内部空間とを分離するように透過窓56が配置されている。この透過窓56は、真空紫外線光である露光光ELに対して透過性の高い蛍石等の結晶材料によって形成される。

【0029】投影光学系3は、開口Sによって規定されたマスクMの露光光ELによる照明範囲に存在するパターンの像をウェーハWに結像させ、ウェーハWの特定領域（ショット領域）にパターンの像を露光するものである。この投影光学系3は、蛍石、フッ化リチウム等のフッ化物結晶からなるレンズや反射鏡などの複数の光学部材を投影系ハウジング30で密閉したものである。本実施形態では、この投影光学系3として、投影倍率が例えば1/4あるいは1/5の縮小光学系が用いられている。このため、マスクMに形成されたパターンは投影光学系3によりウェーハW上のショット領域に縮小投影され、ウェーハW上にはパターンの縮小像が転写形成される。

【0030】ウェーハ室6は、ウェーハWを真空吸着することによって保持するためのウェーハホルダー61を備えている。このウェーハホルダー61は、水平方向（XY方向）に移動可能なウェーハステージ62に支持されている。このウェーハステージ62は、例えば、磁気浮上型の2次元リニアモータ（平面モータ）等からなるウェーハ駆動系（図示略）によってベース66の上面に沿って且つ非接触でX-Y面内で自在に駆動される構成となっている。すなわち、このウェーハステージ62に固定されたウェーハWは、X-Y平面に沿った水平方向に（投影光学系3の光軸AXに対して垂直な方向に）

ウジング30と隙間無く接合された隔壁60によって覆われており、この隔壁60の側壁部にはウェーハWを搬入・搬出するための開口部64が設けられている。そして、この開口部64には、制御装置9の指示によって開閉する開閉扉65が設けられており、開閉扉65を閉じることによって、ウェーハ室6は密閉されるようになっている。

【0031】ウェーハホルダー61の-X側の端部には、平面鏡からなるX移動鏡64XがY方向に延設されている。このX移動鏡64Xには、ウェーハ室6の外部に配置されたX軸レーザー干渉計65Xからの測長ビームが、隔壁60の-X側の側壁に設けられた光透過窓63を介してほぼ垂直に投射されるようになっており、その反射光は、光透過窓63を介してX軸レーザー干渉計65X内部のディテクタによって受光されるようになっている。そして、X軸レーザー干渉計65Xは、内部の参照鏡の位置を基準としてX移動鏡64Xの位置、すなわちウェーハWのX位置が検出されるようになっている。同様に、図示は省略されているが、隔壁60の+Y側(図1中における紙面裏側)の側壁にも光透過窓が設けられているとともに、ウェーハホルダー61の+Y側の端部には、平面鏡からなるY移動鏡がX方向に延設されている。そして、このY移動鏡を介してY軸レーザー干渉計によって上記と同様にしてY移動鏡の位置、すなわちウェーハWのY位置が検出される。X軸及びY軸それぞれのレーザー干渉計の検出値(計測値)は制御装置9に供給され、制御装置9は、各ショット領域間のステッピング時などにこれらのレーザー干渉計の検出値をモニターしつつウェーハステージ62の位置制御を行うようになっている。

【0032】このとき、X、Y軸の各レーザー干渉計、すなわちレーザー光源やプリズム等の光学部材及びディテクタなどはウェーハ室6の外部に配置されているので、レーザー干渉計を構成するディテクタ等から仮に微量の吸光物質が発生しても、これが露光に対して悪影響を及ぼすことがない構成となっている。なお、各レーザー干渉計を構成する各部品から吸光物質の発生が抑制されている場合は、これら各部品をウェーハ室6に配置してもよい。

【0033】そして、照明光学系2の照明系ハウジング20とマスク室5と投影光学系3の投影系ハウジング30とウェーハ室6とのそれぞれに形成された内部空間(密閉空間)は、外部とのガスの出入りを遮断され、且つ光源21から射出されウェーハWに照射される露光光ELの光路空間LSとなる。

【0034】本実施形態の露光装置1においては、制御装置9によりウェーハW上の各ショット領域を露光位置に順次位置決めするようにウェーハステージ62を移動するショット間ステッピング動作と、その位置決め状態

たパターンの像をウェーハW上のショット領域に転写する露光動作とが繰り返行われるようになっている。

【0035】マスク室5には、ロード室120を介してガス置換装置Cが隣接するように設けられる。ガス置換装置Cは、露光光ELの光路空間LSとは独立した異なる密閉空間を形成する容器80を備えている。このガス置換装置Cの容器80は壁部70によって構成されており、壁部70のマスク室5側にはマスクMを搬入・搬出するための開口部71が設けられている。そして、この開口部71には、制御装置9の指示によって開閉する開閉扉72が設けられている。一方、ガス置換装置Cの壁部70のうち、マスク室5に対向する側と反対側(+X側)の側壁には開口部74が形成されており、この開口部74には、制御装置9の指示によって開閉する開閉扉75が設けられている。

【0036】ウェーハ室6には、ウェーハガス置換室10が隣接して設けられている。このウェーハガス置換室10は、露光光ELの光路空間LSとは独立した異なる密閉空間を有しており、ウェーハ室6の隔壁60と隙間無く接合された隔壁100によって覆われている。隔壁100はウェーハ室6の隔壁60の開口部64側に設けられており、ウェーハ室6とウェーハガス置換室10とは開口部64を介して連通している。一方、ウェーハガス置換室10の隔壁100のうち、ウェーハ室6に接する側と反対側(+X側)の側壁には開口部104が形成されており、この開口部104には、制御装置9の指示によって開閉する開閉扉105が設けられている。そして、開閉扉65及び開閉扉105を閉じることによって、ウェーハガス置換室10は密閉されるようになっている。

【0037】ウェーハガス置換室10の内部には、開口部104を介してウェーハ室6に対してウェーハWを搬入及び搬出するロボットアームからなるウェーハローダ111が配置されている。さらに、開閉扉105の外部には、ウェーハWを開口部104を介してウェーハガス置換室10に対して搬入及び搬出するロボットアームからなるウェーハ搬送機構112が設けられている。ウェーハローダ111及びウェーハ搬送機構112は制御装置9に接続されており、制御装置9の指示に基づいて動作するようになっている。

【0038】マスクMは、図3に示すように、保護膜としてのベリクル(薄膜)PEを装着している。ここで、図3(a)は、パターン面PAを上面としたマスクMの平面図であり、図3(b)は、図3(a)のA-A断面図である。このベリクルPEは、マスクMのパターン面PAに、ベリクル枠(枠部材)PFと呼ばれる金枠を介して装着されている。ベリクルPEとしては、通常、ニトロセルローズ等を主成分とする厚さが1~2 μ m程度の透明な薄膜が用いられるが、波長120nm~180

11

め、マスクM及びレンズ系と同材質の蛍石、フッ化マグネシウム、フッ化リチウム等の結晶材料からなるフィルム状部材を用いても良い。さらに、このベリクルPEとしては、例えば100~300 μ m程度の厚さを有する石英ガラス（フッ素が均一にドーパされた石英等）であってもよい。

【0039】ベリクルPEとマスクMのパターン面PAとの間には、図3(b)に示されるように、所定量のガスが満たされている空間GSが形成されている。また、ベリクル枠PFには、気圧の変化に伴うベリクルPEの破損を防止するための、通気孔h(h1、h2、h3、h4)が形成されている。この通気孔（開口部）hは、空間GSと外部とを連通するように複数設けられており、これら複数の通気孔h1~h4によって、例えば、航空機による輸送や天候の変化等によって気圧が低下し空間GS内のガスが膨張した際に、空間GSの密閉性を低下させることによってベリクルPEが破損するのを防止している。

【0040】ところで、真空紫外域の波長の光を露光光ELとする場合には、その光路空間LSから酸素、水蒸気、炭化水素系のガス等の、かかる波長帯域の光に対し強い吸収特性を有するガス（以下、「吸光物質」と称する）の濃度を低減する必要がある。このため、光路空間LSは、不図示のガス置換装置により、必要に応じて内部に存在する吸光物質の濃度を低減する作業を施される。このとき、光路空間LSは真空紫外域の光に対する吸収性の少ない特性を有する窒素、ヘリウム、アルゴン、ネオン、クリプトン等のガス、またはそれらの混合ガス（以下、「低吸光物質」あるいは「特定ガス」と称する）を満たされる。すなわち、光路空間LSに存在する吸光物質は特定ガスに置換されることによって低減される。この光路空間LS内を特定ガスに置換するためのガス置換装置（不図示）は、各室内（光路空間LS）のガスを排気する排気装置と、各室内に特定ガスを給気する給気装置とを備えている。そして、これら排気装置及び給気装置の給気量及び排気量は制御装置9の指示に基づいて調整される。

【0041】なお、光路空間LS内の吸光物質を低減する方法としては、上述した光路空間LS内のガスを特定ガスで置換する他に、排気減圧によっても実現することができ、ガス置換と同様の効果が得られる。

【0042】次に、ガス置換装置Cについて、図4~図6を参照しながら説明する。図4はガス置換装置Cを説明するための断面図であり、図5は図4のB-B断面図であり、図6は図4のD-D断面図である。このとき、図4は図5のF-F断面図となっている。ガス置換装置Cは、光路空間LS内にマスクMを搬送するに先立って、ベリクルPEとマスクMとの間に形成される空間GS内を特定ガスに置換するものであり、この空間GS内

12

内への吸光物質の混入を防止するものである。

【0043】図4、図5、図6に示すように、ガス置換装置Cは、壁部70によって形成される容器80と、この容器80内の一部に形成された第1室81及び第2室82と、第1室81に特定ガスを供給するガス供給装置83と、第2室82を減圧する減圧装置84と、壁部70のうち、マスク室5に対向する側に設けられた開口部71及びマスク室5とは反対側に設けられた開口部74と、これら開口部71及び開口部74を開閉する開閉扉72及び開閉扉75と、容器80内においてマスクMを搬送するマスク搬送装置86とを備えている。

【0044】図4、図5に示すように、容器80内のZ方向の所定位置には、XY方向に広がるように形成された隔壁板91が設置されている。この隔壁板91は、容器80内を上下方向（Z方向）に隔てるものであって、その端部は壁部70の側壁70bと隙間無く接合されている。また、この隔壁板91のほぼ中央部には、後述するリフト機構86bによってマスクMをZ方向に移動させた際にマスクMに装着されたベリクル枠PFを通過可能な開口部91aが形成されている。隔壁板91の上方（+Z方向）には、平面視矩形形状のベリクル枠当接部92が設けられている。このベリクル枠当接部92は、ベリクル枠PFの形状とほぼ同形状の矩形形状に形成されており、その上端は壁部70の上壁70aと隙間無く接合され、内部に空間部85を形成している。したがって、空間部85の平面視形状は、マスクMに装着されたベリクル枠PFの形状と同様、矩形形状となっている。

【0045】図4に示すように、ベリクル枠当接部92から壁部70に向かってX方向に延びるように隔壁部93が設けられている。この隔壁部93は、隔壁板91の上方に形成された空間をY方向に隔てるように設けられており、ベリクル枠当接部92及び壁部70と隙間無く接合されている。

【0046】そして、隔壁板91と壁部70とベリクル枠当接部92と隔壁部93とによって、第1室81及び第2室82が形成されている。このとき、空間部85は、第1室81及び第2室82の間に配置された状態となっている。

【0047】図5に示すように、ベリクル枠当接部92のうち、Y軸に垂直に交わり、第1室81及び第2室82を形成するための壁面の下方は、隔壁板91と接合されない自由端となっているので、図5に示すように、ベリクル枠PFとベリクル枠当接部92とが接触していない状態では、第1室81、第2室82の空間と搬送室87の空間とが連通する。そこで、ベリクル枠当接部92の壁面の自由端と隔壁板91との間の空間を、それぞれ通気部92a及び通気部92bとする。

【0048】マスク搬送装置86は、保持したマスクMをガス置換装置C内において所定の位置に搬送するもの

るマスク保持部86aと、このマスク保持部86aをZ方向に移動させるリフト機構86bとを備えており、容器80内において、隔壁板91の下方(-Z方向)に形成された空間(搬送室)87に配置されている。マスク保持部86aは真空吸着穴を備えており、連結された不図示の真空ポンプのON・OFFによってマスクMの保持・解除を行うようになっている。このとき、マスク保持部86aは、マスクMの裏面側(ベリクルPEを装着していない面側)を保持するようになっている。

【0049】図4に示すように、壁部70に形成された開口部71、74、及びこれらを開閉する開閉扉72、75は搬送室87に対応する位置に設けられている。マスク搬送装置86は、搬送室87内において、X方向に移動可能に設けられており、開口部74を介してマスク搬送機構102に対するマスクMの受け取り・渡しが可能であるとともに、開口部71を介してマスクローダ101に対するマスクMの受け取り・渡しが可能となっている。さらに、マスク搬送装置86は、保持したマスクMをリフト機構86bによって+Z方向に移動(上昇)させるようになっている。そして、マスクMが上昇されることによって、ベリクル枠PFを介して装着されているベリクルPEは空間部85の中に配置される。

【0050】ベリクル枠当接部92の下端部とベリクル枠PFとは、マスク搬送装置86によってマスクMが+Z方向に移動された際に当接するように設けられており、この場合、第1室81及び第2室82と搬送室87との間の流体の移動が遮られる。このとき、図5に示すように、ベリクル枠当接部92の下端部(ベリクル枠PFに当接する部分)、すなわち通気部92a、92bの上側に位置する部分や、開口部91aの口縁(マスクMに当接する部分)にシール部材94を設けておく。すなわち、マスクMがマスク搬送装置86のリフト機構86bによって上昇し、ベリクル枠当接部92の下端部がベリクル枠PFと当接し、また開口部91aの口縁がマスクMと当接することにより、第1室81及び第2室82と搬送室87との間の流体の移動は確実にシールされ、第1室81及び第2室82を密閉した空間にすることができる。

【0051】マスク搬送装置86は、搬送室87内において、ベリクル枠PFに設けられた複数の通気孔h1~h4のうち、一部の通気孔h1、h2を、第1室81側の通気部92a内に設置可能に、また、他の通気孔h3、h4を、第2室82側の通気部92b内に設置可能にマスクMのXY方向の位置を調整する。したがって、マスクMを上昇させてベリクル枠PFとベリクル枠当接部92とを当接する際、第1室81には複数の通気孔h1~h4のうち一部の通気孔h1、h2が設置され、第2室82には他の通気孔h3、h4が設置されることになる。

上昇し、ベリクルPEが空間部85に配置されることによって、ベリクルPEとベリクル枠当接部92と壁部70との間には、密閉空間である第3室95が形成される。

【0053】空間部85を形成する壁部70(上壁70a)の内側には、変位計測装置90が設置されている。この変位計測装置90は、ベリクルPEが空間部85に配置された際、ベリクルPEと対向する位置に設けられており、ベリクルPEの変位を計測可能となっている。この変位計測装置90は、例えばレーザー変位センサをはじめとする種々の変位センサによって構成することができる。例えば、レーザー変位センサを用いる場合、変位計測装置90からの投光光はベリクルPEで反射し、ディテクタに受光される。なお、第3室95が密閉状態を維持されれば、この変位計測装置90を壁部70の外側に配置することも可能である。

【0054】ガス供給装置83は、第1室81に特定ガスを供給するものであって、第1室81内に連通する給気管路83aと、この給気管路83aを介して第1室81内部に特定ガスを給気する給気ポンプ(不図示)と、給気管路83aの途中に設けられた給気バルブ83bとを備えている。このとき、給気ポンプの駆動及び給気バルブ83bの開閉は制御装置9の指示に基づいて行われる。すなわち、空間部85にマスクMが配置されて密閉空間となった第1室81に対する特定ガスの給気量は、制御装置9によって制御されるようになっており、第1室81はガス供給装置83によって加圧可能となっている。

【0055】減圧装置84は、第2室82のガスを排気するものであって、第2室82内に連通する排気管路84aと、この排気管路84aを介して第2室84内部のガスを排気する排気ポンプ(不図示)と、排気管路84aの途中に設けられた排気バルブ84bとを備えている。このとき、排気ポンプの駆動及び排気バルブ84bの開閉は制御装置9の指示に基づいて行われる。すなわち、空間部85にマスクMが配置されて密閉空間となった第2室82に対する排気量は、制御装置9によって制御されるようになっており、第2室82は減圧装置84によって減圧可能となっている。

【0056】制御装置9は、変位計測装置90の計測結果に基づいて、ガス供給装置83及び減圧装置84の少なくとも一方を制御するようになっている。このとき、制御装置9は、ベリクルPEの変位が所定範囲になるように、ガス供給装置83による給気量及び減圧装置84による排気量の少なくとも一方を調整するようになっている。

【0057】このとき、制御装置9には、ベリクルPEの変位に関する情報を記憶した記憶装置96が接続されている。この情報とは、ベリクルPEが破損しない程度

には、ベリクルPEが破損しない変位の範囲(所定範囲)が予め記憶されている。この所定範囲内においては、ベリクルPEは破損しないように設定されている。このベリクルPEの変位の所定範囲は、予め実験によって求めることができる。

【0058】そして、制御装置9は、変位計測装置90による計測結果と、記憶装置96に記憶されている変位に関する情報とを比較し、ベリクルPEの変位が所定範囲になるように、給気ポンプの作動・停止及び給気バルブ83bの開閉、排気ポンプの作動・停止及び排気バルブ84bの開閉を行うようになっている。

【0059】すなわち、ガス置換装置Cは、第1室81に特定ガスを充填するガス供給装置83と、第2室82内のガスを排気する減圧装置84と、ガス置換に伴うベリクルPEの変位を計測する変位計測装置90と、この変位計測装置90の計測結果に基づいて、ベリクルPEの変位が所定範囲になるように、ガス供給装置83及び減圧装置84の少なくとも一方を制御する制御装置9とを備えている。

【0060】搬送室87は、密閉空間であるこの搬送室87内を特定ガスに置換するガス置換装置を備えている。このガス置換装置は、搬送室87に特定ガスを供給する給気装置88と、搬送室87内のガスを排気する排気装置89とを備えている。給気装置88は、搬送室87に連通する給気管路88aと、この給気管路88aを介して搬送室87内部に特定ガスを給気する給気ポンプ(不図示)と、給気管路88aの途中に設けられた給気バルブ88bとを備えている。給気ポンプの作動・停止、給気バルブ88bの開閉は制御装置9によって制御される。排気装置89は、搬送室87に連通する排気管路89aと、この排気管路89aを介して搬送室87内部のガスを排気する排気ポンプ(不図示)と、排気管路89aの途中に設けられた排気バルブ89bとを備えている。排気ポンプの作動・停止、給気バルブ89bの開閉は制御装置9によって制御される。

【0061】以上説明したような構成を持つガス置換装置Cを備えた露光装置Eを用いて、ベリクルPEが装着されたマスクMに露光光ELを照射してマスクMのパターンの像をウェーハW上に転写する露光方法について説明する。

【0062】ここで、本実施形態における露光方法は、露光工程に先立ち、光路空間LS内の吸光物質をガス置換装置(不図示)により低減する工程と、マスクライブラリMLからガス置換装置CにマスクMを搬入する工程と、マスクMとベリクルPEとの間に形成された空間GS内を特定ガスに置換する工程と、ガス置換装置Cからマスク室5にマスクMを搬入する工程と、マスクMのパターンの像をウェーハホルダー61に保持されたウェーハW上に転写する露光工程と、露光工程を終えたマスク

を備えている。

【0063】まず、制御装置9は、各室内のガスを排気する排気装置と、各室内に特定ガスを給気する給気装置とを制御し、光路空間LS内の吸光物質を低減する。すなわち、照明系ハウジング20、マスク室5、投影系ハウジング30、ウェーハ室6のそれぞれの内部の吸光物質を低減する。この際、給気装置から供給する特定ガスの量は、各室内の気圧が、大気圧より僅かに高く、具体的には、大気圧に対し1~10%程度高くなるように制御される。このように、各室内の気圧を大気圧に対し1~10%程度高くすることにより、外気の混入(リーク)を防止することができる。

【0064】次に、マスクMが露光装置1に搬入される際の動作について説明する。まず、制御装置9は、マスクケース103中に収納されマスクライブラリMLに保管されているマスクMを、マスク搬送機構102によってマスクライブラリML内のマスクケース103から取り出す。マスク搬送機構102は、制御装置9の指示に基づき、マスクMをガス置換装置Cに向けて搬送する。制御装置9は、マスクMを保持するマスク搬送機構102がガス置換装置Cの容器80に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉75を開放する。このとき、露光装置本体1側に設けられた開口部71は、開閉扉72によって閉鎖されている。

【0065】次に、制御装置9は、マスクMを保持したマスク搬送機構102を開口部74を介して容器80のうち搬送室87内に侵入させ、マスクMをマスク搬送機構102からマスク搬送装置86に渡す。

【0066】ここで、上記のマスク搬送機構102の搬送室87内への侵入に際し、開閉扉75が開放されて外気が搬送室87内に流入するが、露光装置本体1側に面している開閉扉72は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸光物質が露光装置本体1(光路空間LS)内に混入することはない。

【0067】マスクMがマスク搬送装置86に渡された後、制御装置9はマスク搬送機構102を開口部74を介して容器80の外部に退避させ、開閉扉75を閉じる。開閉扉75を閉じることにより、容器80(搬送室87)は密閉された空間となる。すなわち、ベリクルPEを装着したマスクMは、密閉室である容器80に収容される状態となる。

【0068】制御装置9は、マスクMを保持したマスク搬送装置86を空間部85の下方まで移動させる。空間部85の下方までマスクMを搬送したマスク搬送装置86は、リフト機構86bによって、マスクMを+Z方向に移動させる。すると、図7に示すように、ベリクルPEが空間部85の中に配置される。このとき、マスク搬送装置86は、マスクM及びベリクル棒PFを隔壁板91及びベリクル棒当接部92に設けられたシール部材9

搬送室87は、空間部85に配置されたベリクルPEを備えるマスクMによってそれぞれ密閉空間となる。さらに、壁部70とベリクルPEとの間には、密閉空間である第3室95が形成される。

【0069】このとき、ベリクルPEに形成された通気孔h1、h2は、第1室81側に配置され、通気孔h3、h4は、第2室82側に配置される。すなわち、複数設けられた通気孔h1～h4のうち、一部の通気孔h1、h2が第1室81内に設置され、他の通気孔h3、h4が第2室82内に設置された状態となる。このとき、第1室81と第2室82と空間GSとは、通気孔h1～h4を介して連通された状態となる。

【0070】制御装置9は、ガス供給装置83及び減圧装置84を駆動する。すなわち、給気ポンプを作動し、給気バルブ83bを開放するとともに、排気ポンプVPを作動し、排気バルブ84bを開放する。これにより、第1室81内には特定ガスが供給され、第2室82内のガスは排気される。

【0071】そして、第1室81は特定ガスが充填されることによって加圧され、一方、第2室82は空間GSの圧力より減圧される。したがって、第1室81内に充填された特定ガスは通気孔h1、h2を介して空間GS内に流入し、一方、空間GS内のガスは通気孔h3、h4を介して第2室82に流出する。こうして、マスクMとベリクルPEとの間に形成された空間GS内のガスは特定ガスに置換される。

【0072】空間GSのガス置換が行われる際、空間GS内の圧力が変動し、ベリクルPEは変位する。このベリクルPEの変位は変位計測装置90によって計測される。変位計測装置90の出力は制御装置9に送られ、制御装置9は、このベリクルPEの変位が所定範囲になるように、ガス供給装置83及び減圧装置84の少なくとも一方を制御して、特定ガスの給気量あるいは第2室82内のガスの排気量を調整する。すなわち、制御装置9は、変位計測装置90の計測結果と、記憶装置96に記憶されているベリクルPEの変位に関する情報（所定範囲）とを比較し、ベリクルPEの変位が所定範囲以上にならないように、給気バルブ83bの開閉及び給気ポンプの出力の調整、あるいは、排気バルブ84bの開閉及び排気ポンプの出力の調整を行う。

【0073】この場合、制御装置9は、ベリクルPEの変位が所定範囲より小さい場合には、ガス供給装置83に特定ガスの給気量を多くするよう指示する。これにより、第1室81は加圧され、空間GSには多くの特定ガスが流入するようになり、効率良くガス置換が行える。あるいは、制御装置9は、減圧装置84に第2室82からのガスの排気量を多くするよう指示することも可能である。これにより、第2室82内はさらに減圧されるので、空間GS内のガスの第2室82側への排気量は多く

は、ガス供給装置83による特定ガスの給気量と減圧装置84による排気量とを同時に制御することも可能である。

【0074】一方、ベリクルPEの変位が所定範囲より大きい又は大きくなる直前である場合には、ガス供給装置83による特定ガスの給気量を小さくするか、あるいは減圧装置84によるガスの排気量を小さくするよう指示する。こうすることにより、ベリクルPEは、急激な圧力変動による破損を防止される。

10 【0075】こうして、変位計測装置90によってベリクルPEの変位を計測しつつ、第1室81内の特定ガスによる加圧と、第2室82内の減圧とを同時に行うことにより、マスクMとベリクルPEとの間に形成された空間GSは特定ガスに効率良く置換される。

20 【0076】空間GS内のガス置換を行っている間、制御装置9は、給気装置88及び排気装置89を駆動し、搬送室87内のガス置換を行う。すなわち、給気ポンプを作動し、給気バルブ88bを開放して搬送室87内に特定ガスを給気するとともに、排気ポンプを作動し、排気バルブ89bを開放して搬送室87内の吸光物質を排気する。このとき、搬送室87内は密閉空間となっているので、特定ガスへのガス置換は安定して行われる。

【0077】空間GS及び搬送室87のガス置換が終了したら、制御装置9は、マスク搬送装置86のリフト機構86bを駆動し、マスクMを保持しているマスク保持部86aを下降させる。このとき、搬送室87内は特定ガスで満たされているため、マスクMが搬送室87内に配置されても、空間GSは特定ガスで満たされた状態を維持する。

30 【0078】空間GSに特定ガスが満たされたマスクMを保持するマスク搬送装置86は、制御装置9の指示によって搬送室87内を開口部71側に向かって移動する（すなわち、-X方向に移動する）。制御装置9は、マスクMを保持するマスク搬送装置86が開口部71に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉72を開放する。このとき、露光装置本体1側とは反対側に設けられた開口部74は、開閉扉75によって閉鎖されている。なお、マスクライブラリML及びマスク搬送機構102の周囲を不図示の容器で包囲し、その容器内を、ガス置換装置Cの容器80やローダ室120と同様にガス置換してもよい。また、第2室82内に酸素濃度センサ、又は不活性ガス濃度センサを配置し、空間GS内から排出される気体の濃度を測定し、空間GS内のガス置換の状態を検出するようにしてもよい。すなわち、センサの出力が一定になったとき、空間GS内のガス置換の終了を報知するようにすればよい。

40 【0079】次に、制御装置9は、露光装置本体1側に設けられたマスクローダ101を開口部71を介して容器80のうち搬送室87内に侵入させ、マスクMをマス

【0080】マスクローダ101が配置されているローダ室120も特定ガスによって置換されているので、開閉扉72が開放されても、搬送室87及びローダ室120は、特定ガスで満たされた状態を維持する。

【0081】マスクMがマスクローダ101に渡された後、制御装置9はマスクローダ101を開口部71を介して容器80外部に移動させ、開閉扉72を閉じる。そして、制御装置9は、マスクMを保持したマスクローダ101を露光装置本体1のマスク室5に移動させるとともに、開閉扉55を開放する。マスクローダ101は、開口部54を介してマスクホルダー51にマスクMをロードする。

【0082】一方、ウェーハWを露光装置本体1内に搬送する動作について説明する。制御装置9は、不図示の基板アライメント装置によって露光装置外部から搬送されたウェーハWのアライメント（位置決め）を行う。次いで、制御装置9は、ウェーハ搬送機構112によってアライメントが終了したウェーハWをウェーハガス置換室10に搬送する。制御装置9は、ウェーハWを保持するウェーハ搬送機構112がウェーハガス置換室10に対して所定距離内に近づいた時点で、開閉扉105を開放する。このとき、ウェーハガス置換室10とウェーハ室6との境界である開口部64は、開閉扉65によって閉鎖されている。

【0083】次に、制御装置9は、ウェーハWを保持したウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10内に侵入させ、ウェーハWをウェーハ搬送機構112からウェーハローダ111に渡す。ここで、上記のウェーハ搬送機構112のウェーハガス置換室10内への侵入に際し、外側の開閉扉105が開放されて外気がウェーハガス置換室10内に流入するが、内側の開閉扉65は閉鎖されているので、外気中の酸素等の吸光物質がウェーハ室6（光路空間LS）内に混入することはない。ウェーハWがウェーハローダ111に渡された後、制御装置9はウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10の外部に退避させ、開閉扉105を閉じる。

【0084】次に、制御装置9は排気装置に連結された排気管路の排気バルブ114を開くとともに、不図示の排気ポンプを作動し、ウェーハガス置換室10内の減圧を開始する。上記の減圧により、ウェーハガス置換室10内から酸素等の吸光物質が除去される。

【0085】次いで、制御装置9は給気装置に連結した給気管路の給気バルブ113を開放する。これにより、給気装置からウェーハガス置換室10内への特定ガスの供給が開始される。そして、この特定ガスの供給開始後、制御装置9は、ウェーハガス置換室10内部に設けられた圧力センサの出力に基づいて、内圧が所定の目標圧力になった時点で給気バルブ113を閉じる。

し、ウェーハローダ111によりウェーハWをウェーハ室6内のウェーハホルダー61上に搬入して、ウェーハWのロードを行う。そして、ウェーハローダ111を開口部64を介してウェーハガス置換室10内に戻し、開閉扉65を閉じる。

【0087】そして、マスクホルダー51に保持されたマスクMに露光光ELを照射することにより、マスクMに形成されたパターン像を、ウェーハホルダー61に保持されたウェーハWに転写する露光処理が行われる。

【0088】ウェーハWに対する露光処理を終えたら、制御装置9は、露光処理済みのウェーハWを露光装置1外へ搬出するために、開閉扉65を開け、ウェーハローダ111を開口部64を介してウェーハ室6内に移動する。そして、制御装置9は、ウェーハローダ111によりウェーハWをウェーハホルダー61からアンロードし、ウェーハWを保持したウェーハローダ111を開口部64を介してウェーハガス置換室10内に戻し、開閉扉65を閉じる。

【0089】次いで、制御装置9は開閉扉105を開け、ウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10内に侵入させ、ウェーハWをウェーハローダ111からウェーハ搬送機構112に渡す。ウェーハWがウェーハ搬送機構112に渡された後、制御装置9はウェーハWを保持したウェーハ搬送機構112を開口部104を介してウェーハガス置換室10の外部に退避させ、開閉扉105を閉じる。

【0090】その後、ウェーハ搬送機構112によってウェーハWが外部搬送機構に渡され、この外部搬送機構によって露光装置1外へ搬送される。

【0091】一方、露光処理を終えたマスクMは、マスクアンローダ（マスクローダ）101によって、マスクホルダー51からアンロードされる。マスクMを保持したマスクアンローダ101は、開口部71を介して容器80内のマスク搬送装置86にマスクMを渡す。マスクMを保持したマスク搬送装置86は、搬送室87内を+X方向に移動し、開口部74を介してマスク搬送機構102にこのマスクMを渡す。そして、マスクMはマスク搬送機構102によってマスクライブラリMLの所定のマスクケース103に収納される。

【0092】以上、説明したように、ベリクルPEを装着したマスクMをガス置換装置Cに搬送し、このガス置換装置Cにおいて、マスクMとベリクルPEとの間に形成された空間GS内を特定ガスに置換してから、露光装置本体1の光路空間LS内に搬送することにより、光路空間LSには吸光物質が混入しない。したがって、精度良く安定した露光処理を行うことができる。

【0093】ベリクル枠PFに設けられた複数の通気孔h1～h4のうち、一部の通気孔h1、h2を特定ガスが充填された第1室81内に設置し、他の通気孔h3、

21

の圧力を第2室82内の圧力より高く設定することにより、第1室81内の特定ガスは、通気孔h1、h2を介して空間GS内に流入し、一方、空間GS内のガスは通気孔h3、h4を介して第2室82に流出するので、ベリクルPEとマスクMとの間に形成された空間GS内のガス置換を安定して行うことができる。

【0094】そして、本実施形態においては、ベリクル枠PFに設けられた通気孔をそれぞれ第1、第2室81、82内に設置し、特定ガスを空間GS内でフローさせる構成であって、従来のようなロードロック室（真空予備室）のような大がかりな設備が不要な構成となっている。したがって、装置全体の低コスト化を実現することができる。

【0095】空間GS及び第1室81、第2室82は、通気孔h1～h4を備えたベリクル枠PFとシール部材94を備えたベリクル枠当接部92とを当接させることにより、簡易な構成で密閉され、安定したガス置換を行うことができる。また、ベリクル枠PFをシール部材94を備えたベリクル枠当接部92に当接させる構成であるので、ベリクル枠PFに設けられる通気孔hの数を変更した際にも、ガス置換装置Cの構成を変更することなく、安定したガス置換を行うことができる。

【0096】第1室81を加圧するとともに、第2室82を空間GSの圧力より減圧することにより、効率良いガス置換を行うことができる。一方、本実施形態においては、第1室81内の特定ガスによる加圧と、第2室82内の減圧とを同時に行う構成であるが、例えば、減圧装置84を停止状態にしたまま、ガス供給装置83のみを駆動することによっても、空間GS内のガス置換を行うことができる。この場合、第1室81内で加圧された特定ガスは通気孔h1、h2を介して空間GS内に流入するとともに、空間GS内のガスは通気孔h3、h4を介して第2室82に排出される。あるいは、ガス供給装置83によって第1室81に特定ガスを充填させた後このガス供給装置83を停止状態とし、次いで減圧装置84を駆動して第2室82内の圧力を空間GSの圧力より低下させることによっても、空間GS内のガス置換を行うことができる。この場合、第1室81内の特定ガスは通気孔h1、h2を介して空間GS内に流入する。すなわち、第1室81に特定ガスを充填し、第1室81の圧力を第2室82の圧力より高く設定することにより、空間GS内のガス置換を行うことができる。

【0097】ベリクルPEの変位を計測し、この計測結果に基づいて、ベリクルPEの変位が所定範囲になるように、第1室81及び第2室82の圧力の調整を行うことにより、ガス置換に際し、ベリクル枠PEの破損は防止される。そして、ベリクルPEの変位が所定範囲以下である場合にはガスの排気量又は給気量を多くし、所定範囲以上である場合にはガスの排気量又は給気量を少な

22

ス置換に要する時間を短縮することができ、効率の良い安定したガス置換を行うことができる。

【0098】なお、上記実施形態においては、ベリクルPEの変位を計測し、この計測結果に基づいて、ガスの給気量あるいは排気量を調整する、いわゆるフィードバック制御であるが、ベリクルが破損しない程度のガスの給気速度及び排気速度を予め求めておき、この求めた値に基づいてガス置換を行う、いわゆるオープンループ制御とすることもできる。この場合、変位計測装置90及び記憶装置96を省略した構成とすることができる。

【0099】さらに、空間GS内のガスを、減圧装置84によって所定の圧力になるまで排気した後、ガス供給装置83によって空間GS内に特定ガスを給気する構成とすることも可能である。この場合も、制御装置9は、変位計測装置90によるベリクルPEの変位の計測結果に基づいて、ベリクルPEの変位が所定範囲内におさまるように減圧装置84やガス供給装置83の制御を行う。また、この排気と給気とを複数回に分けて行うことも可能である。

【0100】上記実施形態における容器80内のガス置換は、空間部85にマスクMのベリクルPEを配置した後、ガス給気装置83、減圧装置84、及び給気装置88及び排気装置89を駆動する構成であったが、マスク搬送装置86に保持されたマスクMのベリクルPEが空間部85に配置される前に、ガス給気装置83、減圧装置84、給気装置88、排気装置89を駆動して容器80内全体を特定ガスに置換した後、ベリクルPEを備えたマスクMを空間部85に配置し、空間GS内を特定ガスに置換してもよい。

【0101】図8に示すように、密閉空間である第3室95に対するガスの給気及び排気が可能な圧力調整装置130を接続し、空間GS内のガス置換を行う際、ベリクルPEの変位が所定範囲になるように、第3室95内の圧力を調整することができる。この圧力調整装置130は、第3室95にガス（特定ガス）を給気可能な給気装置130aと、第3室95内のガスを排気可能な排気装置130bとを備えており、変位計測装置90の計測結果に基づいて制御装置9の指示により駆動される。この場合、ガス供給装置83及び減圧装置84を制御することなく、ベリクルPEの破損を防止しつつ空間GSのガス置換を行うことができる。すなわち、例えば、ガス供給装置83によるガスの給気量を上昇させた際、空間GS内の圧力が所定値より高くなり、ベリクルPEが第3室95側に凸状に変形する。このとき、圧力調整装置130によって第3室95内にガスを供給してこの第3室95内の圧力を上昇させることにより、ベリクルPEの変形（変位）を矯正することができる。つまり、第1室81に対する給気速度（特定ガスの給気量）を上昇させた場合においても、第3室95の圧力を空間GSの圧

ルPEの破損を防止しつつ、効率良い安定したガス置換を行うことができる。

【0102】本実施形態においては、ベリクル枠当接部92や隔壁板91にシール部材94を設け、ベリクル枠PF及びマスクMをこのシール部材94に密着させる構成であったが、このシール部材94を設けずに、特定ガスを空間GSに対してフローさせることによりガス置換を行うことも可能である。一方、シール部材94を設けて、第1室81及び第2室82とベリクル枠PFとを密着させ、第1室81及び第2室82を密閉空間とすることにより、第3室95が形成されなくても空間GS内のガス置換を行うことができる。

【0103】さらに、本実施形態においては第3室95を密閉空間としたが、上述したように、第1室81及び第2室82が密閉状態となれば空間GS内のガス置換を行うことができる。したがって、変位計測装置90は壁部70に設ける必要はなく、例えば、ベリクルPE上方の任意の位置など、ベリクルPEの変位の計測が可能であればよい。

【0104】本実施形態においては、照明系ハウジング20、マスク室5、投影系ハウジン30、ウェーハ室6、ガス置換装置C、ウェーハガス置換室10の全てに同一種類の特定ガスを供給するものとしているが、これはガスの種類を同一にすることにより、一種類のガス（混合ガスを含む）を用意すれば足りるからである。しかしながら、これに限らず、各部に供給する特定ガスとして異なる種類のガスを用いることは可能である。但し、特定ガスとして窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴン等の単一ガスを用いる場合には、少なくともマスク室5とガス置換装置Cとに供給するガスどうし、ウェーハ室6とウェーハガス置換室10とに供給するガスどうしは、同一のガスを用いることが望ましい。これは、ガスの混合を避けるためである。

【0105】本実施形態においては、マスクローダ101は独立したローダ室120内に設置された構成であるが、マスク搬送装置86のX方向への可動距離を大きく設定し、直接マスクホルダー51にマスクMを供給可能であれば、マスクローダ101、ローダ室120及び開閉扉55は不要となる。一方、特定ガスで満たされるローダ室120を設けることにより、外部の吸光物質の光路空間LSへの混入を容器80及びローダ室120の2段構成によって防ぐことができる。

【0106】各実施形態において、マスク室5の隔壁50、ウェーハ室6の隔壁60、ガス置換装置Cの壁部70、ウェーハガス置換室10の隔壁100、照明光学系2の照明系ハウジング20、投影光学系3の投影系ハウジン30、特定ガスの供給配管等は、研磨などの処理によって、表面粗さが低減されたステンレス（SUS）等の材質を用いているので、脱ガスの発生が抑制されて

【0107】本発明に係るウェーハWとしては、半導体デバイス用の半導体ウェーハのみならず、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウェーハや、液晶表示デバイス用のガラスプレートであってもよい。

【0108】露光装置本体1としては、マスクMとウェーハWとを静止した状態でマスクMのパターンを露光し、ウェーハWを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の露光装置（ステッパー）に限らず、マスクMとウェーハWとを同期移動してマスクMのパターンをウェーハWに露光するステップ・アンド・スキニング方式の走査型露光装置（スキニング・ステッパー）にも適用することができる。

【0109】露光装置本体1の種類としては、上記半導体製造用のみならず、液晶表示デバイス製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはマスクMなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0110】また、照明光学系2の光源21として、YAGレーザや半導体レーザなどの高周波などを用いてもよい。

【0111】投影光学系3の倍率は、縮小系のみならず、等倍系および拡大系のいずれでもよい。

【0112】また、投影光学系3としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や螢石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F2レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（レチクルも反射型タイプのものを用いる）、また、電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は真空状態にすることはいうまでもない。

【0113】ウェーハステージの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【0114】マスクステージの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

【0115】以上のように、本願実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成

装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0116】半導体デバイスは、図9に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ301、この設計ステップに基づいたマスクを製作するステップ302、デバイスの基材となる基板（ウェーハ、ガラスプレート）を製造するステップ303、前述した実施形態の露光装置によりマスクのパターンを基板（ウェーハ）に露光する基板処理ステップ304、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）305、検査ステップ306等を経て製造される。

【0117】

【発明の効果】本発明のガス置換方法及びガス置換装置、並びに露光方法及び露光装置は以下のような効果を有するものである。

【0118】本発明のガス置換方法及びガス置換装置によれば、ベリクル枠（枠部材）に設けられた複数の通気孔（開口部）のうち、一部の開口部を所定のガスが充填された第1室内に設置し、他の開口部を第2室内に設置するとともに、第1室内の圧力を第2室内の圧力より高く設定することにより、第1室内の所定のガスは開口部を介して空間内に流入するとともに、空間内のガスは開口部を介して第2室に流出するので、薄膜と基板との間に形成された空間内のガス置換は安定して行われる。このとき、第1室を加圧するとともに、第2室を空間の圧力より減圧することにより、ガス置換はさらに効率良く行われる。

【0119】本発明の露光方法及び露光装置によれば、枠部材に設けられた複数の開口部のうち、一部の開口部を特定ガスが充填された第1室内に設置し、他の開口部を第2室内に設置するとともに、第1室内の圧力を第2室内の圧力より高く設定することにより、第1室内の特定ガスは開口部を介して空間内に流入するとともに、空間内のガスは開口部を介して第2室に流出するので、保護膜とマスクとの間に形成された空間内のガス置換は安

定して行われる。したがって、マスクは空間内の吸光物質を低減された状態で光路空間に配置されるので、安定した露光処理が行われる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のガス置換装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略平面図である。

【図2】本発明のガス置換装置を備えた露光装置の一実施形態を示す構成図である。

【図3】薄膜を装着した基板を説明するための図である。

【図4】本発明のガス置換装置の一実施形態を説明するための断面図である。

【図5】図4のB-B断面図である。

【図6】図4のD-D断面図である。

【図7】空間のガス置換を行う様子を説明するための図である。

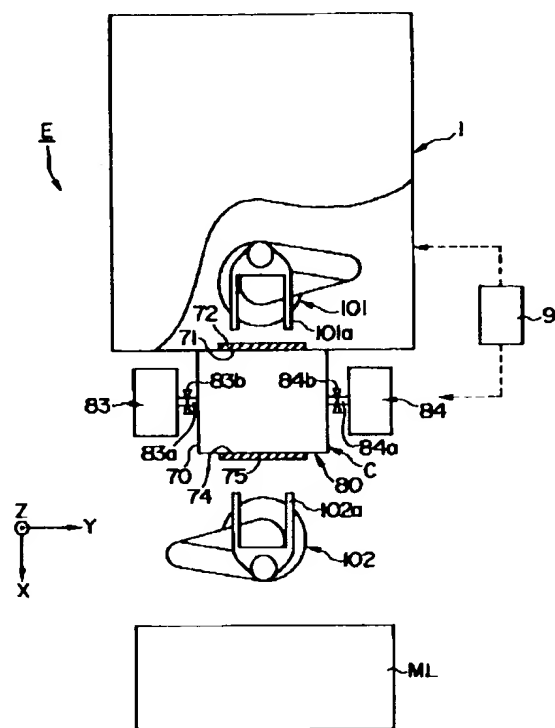
【図8】第3室に設けられた圧力調整装置を説明するための図である。

【図9】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

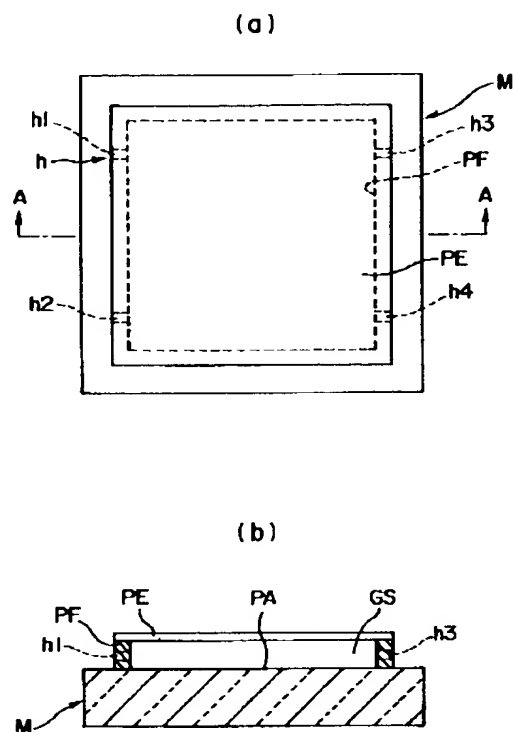
【符号の説明】

- 1 露光装置本体
- 9 制御装置
- 70 壁部
- 81 第1室
- 82 第2室
- 83 ガス供給装置
- 84 減圧装置
- 90 変位計測装置
- 95 第3室
- 130 圧力調整装置
- C ガス置換装置
- E 露光装置
- EL 露光光
- GS 空間
- LS 光路空間
- h1～h4 通気孔（開口部）
- M マスク（基板）
- PA パターン
- PF ベリクル枠（枠部材）
- PE ベリクル（薄膜、保護膜）
- W ウェーハ（基板）

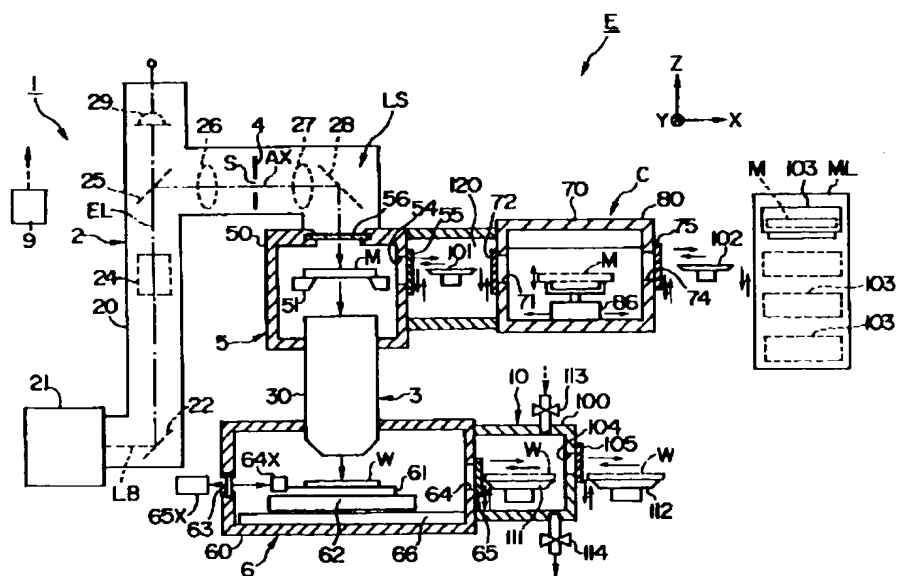
【図1】



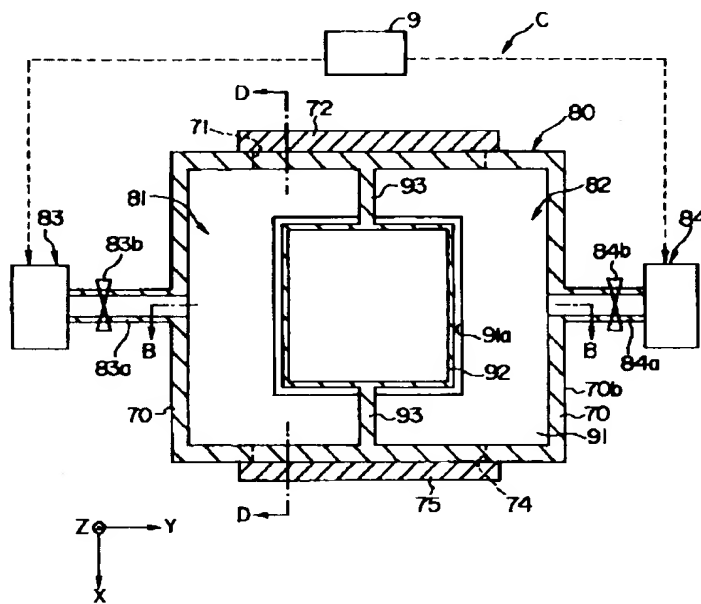
【図3】



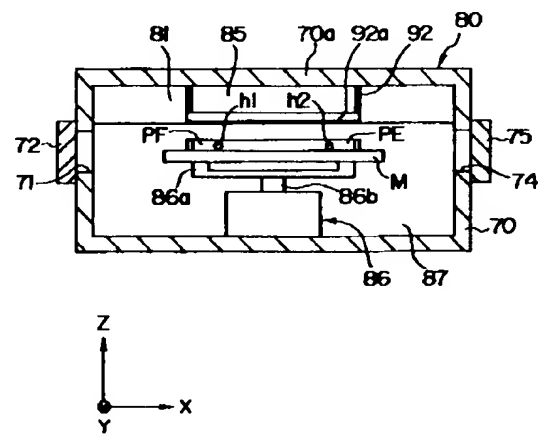
【図2】



【図4】



【图6】



【図5】

